



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

EDMIRSON BORROZZINO

**MUDANÇAS NO USO DO SOLO E IMPACTOS SOBRE A TEMPERATURA
NO ESTADO DO PARANÁ**

CURITIBA

2012



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

EDMIRSON BORROZZINO

PÓS-GRADUAÇÃO em
MUDANÇAS CLIMÁTICAS, PROJETOS SUSTENTÁVEIS
E MERCADO DE CARBONO

MUDANÇAS NO USO DO SOLO E IMPACTOS SOBRE A TEMPERATURA
NO ESTADO DO PARANÁ

Monografia apresentada para obtenção do título de Especialista no curso de Pós-Graduação em Mudanças Climáticas, Projetos Sustentáveis e Mercado de Carbono na Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. CARLOS ROBERTO SANQUETTA

Co-orientador: Dr. PAULO HENRIQUE CARAMORI

CURITIBA

2012

Dedico este trabalho à minha família,

Esposa: Mara, pelo incentivo.

Filhos: Luciano e Silvana

Netos: Rebecca, Mateus e Giovana

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, Criador do Universo, sem o qual nada existiria.

Agradeço aos pesquisadores Dr Paulo Caramori, Dr Wilian da Silva Ricce e ao Engº Agrº Antonio Rezende Corrêa, da equipe técnica da Área de Ecofisiologia do Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, pelo incentivo.

Ao Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR a minha gratidão pela cessão da coleção de dados climáticos das estações agrometeorológicas.

Meus agradecimentos ao Dr Carlos Roberto Sanquetta da UFPR , pela orientação da monografia e,

Ao Programa de Ensino Continuo em Ciências Agrárias – PECCA da Universidade Federal do Paraná e a seus docentes pela atenção e dedicação dispensada durante o curso.

EPÍGRAFE

“Não é o mais forte que sobrevive, nem o mais inteligente, mas o que melhor se adapta às mudanças”

Charles Darwin

“A mudança é a lei da vida. E aqueles que apenas olham para o passado ou para o presente irão com certeza perder o futuro”

John Kennedy

“Quando os ventos de mudança sopram, umas pessoas levantam barreiras, outras constroem moinhos de vento”

Érico Veríssimo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Diagnóstico	1
1.2 Marco teórico.....	3
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	5
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	7
3.1 Análise de tendências na temperatura do ar	7
3.2. Análise das temperaturas do solo	20
4. CONCLUSÕES	32
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

RESUMO

As mudanças climáticas globais são um problema importante que preocupa os cientistas e a população em geral. Dentre os fatores que podem causar aquecimento destaca-se a mudança no uso do solo. O Estado do Paraná passou por um processo intenso de desflorestamento para exploração com agricultura, além do crescimento dos centros urbanos. Assim, a verificação de mudanças registradas em séries históricas de dados climáticos é um tema relevante de investigação. Neste trabalho foram verificadas as tendências de mudanças nas séries de temperaturas do ar em 10 estações meteorológicas da rede do IAPAR no Estado do Paraná. Utilizando-se a técnica da análise de regressão, verificou-se que houve aumentos significativos nas temperaturas mínimas em 6 das 10 estações analisadas, mas somente em uma estação verificou-se aumento significativo nas temperaturas máximas. Assim, a tendência de aumento nas temperaturas médias é decorrente do aumento das mínimas, indicando que as noites estão se tornando mais quentes. A exposição dos solos através de práticas agrícolas pode ser um importante fator relacionado a esse padrão verificado nas séries de dados, visto que sob solo descoberto as temperaturas podem ser até 20° C mais elevadas a 2 cm de profundidade. Os resultados obtidos nesse estudo indicam a importância de se restabelecer a cobertura do solo para minorar os problemas do aquecimento global.

ABSTRACT

Global climate change is an important problem that worries scientists and the general population. Among the factors that could cause heating highlights the change in land use. The State of Paraná, Brazil, has undergone an intense process of deforestation for exploitation with agriculture, and the growth of urban centers. Thus, verification of recorded changes in climatic time series data is a relevant research issue. In this study, trends of changes in the series of air temperatures at 10 weather stations of the IAPAR network were observed in Paraná State. Using the technique of regression analysis, it was found that there were significant increases in minimum temperature in 6 of the 10 stations analyzed, but only at in one station there was a significant increase in maximum temperatures. Thus, the upward trend in average temperatures is due to the increase of the minimum, indicating that the nights are becoming warmer. Exposure of soils through agricultural practices can be an important factor related to the pattern observed in the data series, since under bare soil temperatures at 2 centimeters depth can be up to 20°C higher than under covered soils. The results of this study indicate the importance of restoring the soil cover to mitigate the problems of global warming.

1. INTRODUÇÃO

1.1 Diagnóstico

A retirada da vegetação, além do impacto inicial da queima do estoque de carbono, causa significativa alteração nos balanços energético e hídrico do ambiente. Essas alterações precisam ser investigadas e, caso seja comprovada a tendência de elevação da temperatura, poderiam sinalizar a necessidade de adoção de medidas mitigatórias e de adaptação, objetivando a preservação do meio ambiente equilibrado. Diante da drástica mudança na paisagem ocorrida no Paraná entre 1930 e 1980, existe uma grande preocupação acerca do futuro da agricultura na região, diante da perspectiva de mudanças climáticas e degradação dos recursos produtivos.

De acordo com Correia e Steinke (s/d), o desflorestamento e a expansão da fronteira agrícola que ocorreram durante a colonização do Norte do Paraná inserem-se, em nível nacional, num contexto de expansão da economia capitalista e de redefinição do papel da agricultura no novo modelo de acumulação de capital, implantado a partir de 1930. A presença de pequenos agricultores no Norte do Paraná contribuiu e acelerou o processo de devastação da floresta da região, mesmo que legalmente os contratos de compra e venda de terras com as companhias colonizadoras exigissem a permanência de parte das florestas como reserva. Com a preocupação de melhorar as difíceis condições de vida dos agricultores pioneiros, a retirada da mata nas pequenas propriedades foi completa, o que explica o fato dos remanescentes florestais estarem somente em grandes propriedades. A cafeicultura historicamente sempre teve natureza nômade e no Paraná foi resultado da expansão da cafeicultura paulista que buscou terras férteis, onde os custos de produção compensassem os períodos de baixa dos preços. Esse deslocamento ocorreu também no interior do próprio Norte do Paraná, das áreas mais antigas do Norte Pioneiro para as áreas de fronteira agrícola, no Norte Novo e Novíssimo.

A partir do final do século XIX com a implantação da cafeicultura que se iniciou o processo de desenvolvimento da região. Tudo indica que ocorreram pelo

menos duas etapas no processo de desenvolvimento da cafeicultura paranaense. A primeira, ocupando os vales dos rios Paranapanema, Cinzas e Itararé, comandada por vários empreendedores individuais, predominantemente paulistas e mineiros, deu início ao plantio do café em regiões próximas a fronteira paulista e a formação dos primeiros núcleos de povoamento: Tomazina (1865), Santo Antonio da Platina (1866), Wenceslau Brás (1867) e Jacarezinho (1900). Em continuação surgem outras cidades como: Cambará (1904), Bandeirantes (1921), Cornélio Procopio (1924) e Andirá (1926). O resultado desta primeira fase foi a formação do que se convencionou chamar de Norte Velho. A segunda fase da colonização do Norte do Paraná foi aquela responsável pela criação das principais cidades como Maringá, Londrina, Cianorte e Paranaíba.

Conforme relata Swain (s/d), a colonização das regiões de fronteira agrária e agrícola é utilizada atualmente para instalar os “excedentes” de mão-de-obra, criados pela mecanização, e para reduzir os efeitos sociais negativos de uma política agrícola instável, orientada para o crescimento das exportações.

O Paraná, que oferecia aos migrantes dos anos quarenta e cinquenta condições favoráveis para a aquisição de terras e uma eventual prosperidade econômica, com seus programas de colonização bem definidos e organizados, transforma-se a partir dos anos sessenta.

As mudanças no perfil da produção agrícola, dirigidas pelo governo (erradicação do café), transformam as relações de trabalho e implantam a mecanização nos setores mais dinâmicos. A estrutura agrária do Paraná, caracterizada pela presença do pequeno proprietário, transforma-se, de região de acolhida, em zona de expulsão, criadora de fluxos migratórios.

De acordo com Moura (2004), nas últimas cinco décadas, a crescente urbanização no Estado do Paraná desenvolveu um arranjo espacial fundamentalmente associado à modernização e reordenamento da base produtiva. Como consequente arranjo espacial tem-se a oposição de áreas dinâmicas, com alta densidade de ocupação e atividades, incluindo os principais centros urbanos e seus municípios do entorno; e áreas de esvaziamento, caracterizadas pelos fluxos emigratórios.

1.2 Marco teórico

As Mudanças Climáticas Globais constituem um problema grave e complexo, por isso cada vez mais são objetos de estudos e discussões.

Dentre as causas apontadas como responsáveis pelo aquecimento global, destacam-se a emissão de gases (CO₂, metano, óxido nitroso) decorrentes de fatores antrópicos e a mudança no uso do solo. O relatório do Painel Inter-governamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2007) mostrou que houve um aumento da temperatura média global de 0,74°C nos últimos 100 anos e que a tendência de aquecimento vem se acelerando nos últimos 50 anos. As melhores estimativas dos modelos de simulação projetam cenários para o Século XXI em que a temperatura média do planeta será, no mínimo, 1,8°C e no máximo cerca de 4°C superior aos valores atuais. Também são previstas a redução das chuvas em áreas subtropicais em até 20% e o agravamento das secas, podendo advir grandes problemas sociais e econômicos.

De acordo com Brasil (2004), As emissões dos principais gases de efeito estufa estimados em 1994 foram:

- CO₂ foram estimadas 1030 Tg, destacando-se o Setor Mudanças do Uso da Terra e Florestas com 75% seguindo-se o Setor Energia com 23%.
- CH₄ foram estimadas 13,2 Tg, sendo 77% devido à Agropecuária e 14% ao Setor Mudanças do Uso da Terra e Florestas.
- N₂O foram estimadas 0,55 Tg tendo a Agropecuária contribuído com 92%.

Conforme citado no Relatório de Referência do Ministério da Ciência e Tecnologia (2002), a crescente preocupação com o aumento das concentrações de gases do efeito estufa (GEE) na atmosfera, principalmente de CO₂, CH₄ e N₂O e o consequente aquecimento global, levou a comunidade científica a questionar-se sobre o papel dos solos como fonte ou sumidouro de carbono (C) (CERRI, 2002). Os solos, fora as rochas carbonadas, armazenam cerca de 1500 Gt de Carbono, estoque que pode ser alterado pela modificação das práticas agrícolas e uso da terra. É na camada de solo

até 30 centímetros que ocorrem processos de modificações na quantidade e qualidade das incorporações orgânicas, transferências da matéria orgânica como: erosão, depósito, lixiviação e escoamento na forma sólida ou líquida. Essas variações podem chegar a 50% do estoque inicial nos primeiros 20 centímetros, nos solos tropicais. (BERNOUX M. et al., 2005). O homem pode, portanto, pela forma como maneja os solos, influenciar nos fluxos de Carbono entre os ecossistemas continentais e a atmosfera, para um melhor controle dos fluxos dos gases de efeito estufa (GEEs).

Em princípio este trabalho visa caracterizar as alterações térmicas do ar e do solo no Paraná decorrentes de mudanças da cobertura da superfície, com base nas análises de séries históricas de dados coletados pelo IAPAR.

Em seguida serão quantificadas as alterações nas temperaturas do solo a 2 cm de profundidade em solo descoberto, coberto por grama e material vegetal (*mulching*) e, também, serão analisadas as tendências de alterações das temperaturas máximas, mínimas e médias do ar.

Finalmente, a análise das alterações ocorridas junto às propostas de soluções visando mitigar os problemas de degradação ambiental e o aquecimento global podem trazer contribuições importantes para os tomadores de decisões.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizados dados mensais de temperatura do ar (média, máxima e mínima) e de temperatura do solo, das estações meteorológicas do Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR apresentadas na Tabela 1. As séries de dados utilizadas não correspondem ao total de observações disponíveis em todas essas estações, mas tomou-se o cuidado de não utilizar parte dos dados de algumas estações em que foi necessário mudar o local, como nos casos de Cambará (mudança de local em 1971) e Morretes (mudança de local em 1978).

Tabela 1. Relação das estações meteorológicas utilizadas com respectivas coordenadas (graus e décimos) e ano de início da série de observações.

Estação	Coordenadas (Lat. Lon.)	Ano de início
Cambará	-23,00 -50,02	1971
Londrina	-23,22 -51,10	1976
Paranavaí	-23,05 -52,26	1975
Telêmaco Borba	-24,20 -50,37	1976
Guarapuava	-25,21 -51,30	1976
Palotina	-24,18 -53,55	1973
Morretes	-25,30 -48,49	1978
Lapa	-25,47 -49,46	1989
Clevelândia	-26,25 -52,21	1973
Planalto	-25,42 -53,47	1975

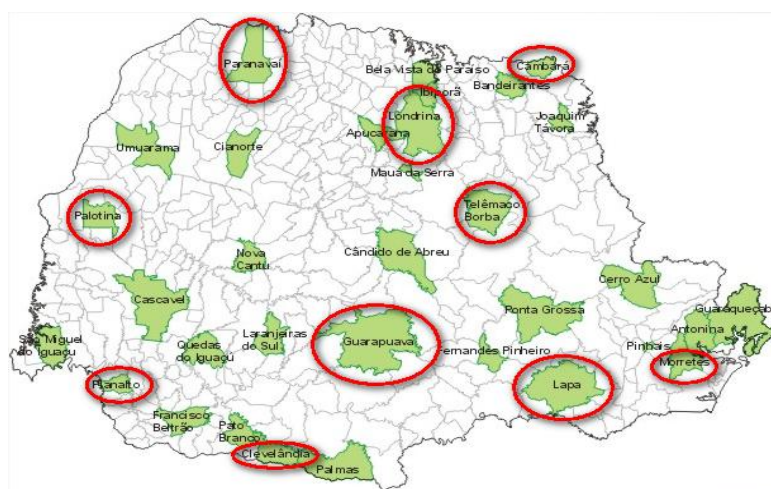


Figura 1. Localização das estações meteorológicas do IAPAR, destacando com círculo vermelho as utilizadas neste trabalho. Fonte: IAPAR, adaptado pelo autor

Para analisar a existência de tendências nas séries de dados de temperatura do ar (mínima, média e máxima), aplicou-se a técnica da análise de regressão. Essa técnica tem sido utilizada, com sucesso, por diversos autores para estudar tendências em séries de dados meteorológicos (por exemplo, CAMPOS et al., 2006; GONÇALVES, R. R. V. e ASSAD, E. D., 2009; SOUZA, W. M. e AZEVEDO, P. V., 2009). Utilizou-se a análise de variância e o teste t para testar a significância do modelo e dos parâmetros. O ajuste à equação da reta foi avaliado pelo coeficiente de determinação R^2 .

Os dados de leituras de temperatura do solo às 15:00 horas, na profundidade de 2 cm (solos gramado, descoberto e com cobertura vegetal morta), coletados a partir de 1986 (exceto Londrina desde 1980) foram digitalizados, organizados em planilhas e verificados para eliminação de valores duvidosos e correções, quando necessário.

Os valores médios mensais foram obtidos através da média aritmética dos valores diários. Os maiores valores de temperatura lida em cada mês foram utilizados para determinar os valores máximos mensais. Foram verificadas as diferenças, por épocas do ano, decorrentes das alterações de cobertura do solo (solos gramado, descoberto e com cobertura vegetal morta). Os valores obtidos foram plotados comparativamente para avaliar os impactos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise de tendências na temperatura do ar

As Tabelas 2, 3 e 4 sintetizam os resultados obtidos das análises estatísticas de tendências nas séries de dados das temperaturas máxima, mínima e média do ar, respectivamente.

Os resultados obtidos reforçam outros realizados em diversas condições, em que fica patente a maior tendência de aumento das temperaturas mínimas e menores tendências de alterações nas máximas. Campos et al. (2006) observaram para as localidades de São Joaquim e Caçador, SC, tendências de aumento das temperaturas mínimas da ordem de 3°C nos últimos 50-60 anos. Gonçalves e Assad (2009) verificaram tendências de aumento das temperaturas mínimas em 72 locais do Brasil, de um total de 78 analisados, verificando aumentos de 0,5°C por década na região Norte, 0,3°C por década nas regiões Nordeste e Sudeste e 0,2°C por década nas regiões Centro-Oeste e Sul. Souza e Azevedo (2009) constataram que está ocorrendo aquecimento na região de Recife, PE, e que este não é devido a variabilidade climática e sim relacionado com mudanças ocorridas nos últimos 47 anos. No Estado de São Paulo, Blain et al. (2009) encontraram tendências de aumento das mínimas em alguns locais, mas não descartam a possibilidade de haver efeitos da urbanização, recomendando novos estudos para isolar características locais das séries de dados. A tendência de aumento das temperaturas mínimas indica que as noites estão se tornando mais quentes, com diminuição da frequência e severidade das geadas e redução das horas de frio para o repouso invernal de espécies temperadas. Ricce et al. (2009) observaram que durante as últimas décadas os invernos vêm se tornando sistematicamente mais curtos, indicando a mesma tendência de aumentos nas temperaturas mínimas. Deve-se destacar que as séries analisadas neste trabalho ainda possuem períodos de observações relativamente curtos para se constatar tendências consistentes de mudanças em todos os locais, mas fornecem indicativos de que podem estar havendo alterações importantes nos padrões de temperatura do ar. A seguir são

apresentados os gráficos por estação meteorológica, com a finalidade de mostrar a equação, com a dispersão dos dados e o ajuste da linha de tendência com respectivo coeficiente de determinação (R^2).

Tabela 2. Temperatura mínima do ar: significância da regressão e do coeficiente angular e coeficiente de determinação (R^2).

Local	Regressão	Coef. Angular	R^2
Paranavai	**	**	0,226
Londrina	**	**	0,217
Cambará	*	*	0,1203
Palotina	NS	NS	0,0154
Guarapuava	*	*	0,182
Telêmaco Borba	**	**	0,249
Planalto	NS	NS	0,0570
Clevelândia	NS	NS	0,0413
Lapa	NS	NS	0,110
Morretes	**	**	0,3279

NS = Não significativo/ * = Significativo a 95% de Probabilidade/ ** = Significativo a 90% de Probabilidade

Tabela 3. Temperatura média do ar: significância da regressão e do coeficiente angular e coeficiente de determinação (R^2).

Local	Regressão	Coef. Angular	R^2
Paranavai	*	*	0,159
Londrina	**	**	0,254
Cambará	NS	NS	0,838
Palotina	NS	NS	0,00141
Guarapuava	**	**	0,231
Telêmaco Borba	**	**	0,190
Planalto	NS	NS	0,0776
Clevelândia	NS	NS	0,0924
Lapa	NS	NS	0,0980
Morretes	NS	NS	0,1012

NS = Não significativo/ * = Significativo a 95% de Probabilidade/ ** = Significativo a 90% de Probabilidade

Tabela 4. Temperatura máxima do ar: significância da regressão e do coeficiente angular e coeficiente de determinação (R^2).

Local	Regressão	Coef. Angular	R^2
Paranavai	NS	NS	0,0185
Londrina	*	*	0,167
Cambará	NS	NS	0,0789
Palotina	NS	NS	0,0587
Guarapuava	NS	NS	0,0028
Telêmaco Borba	NS	NS	0,0899
Planalto	NS	NS	0,0144
Civelândia	NS	NS	0,0949
Lapa	NS	NS	0,00291
Morretes	NS	NS	0,0318

NS = Não significativo/ * = Significativo a 95% de Probabilidade/ ** = Significativo a 90% de Probabilidade

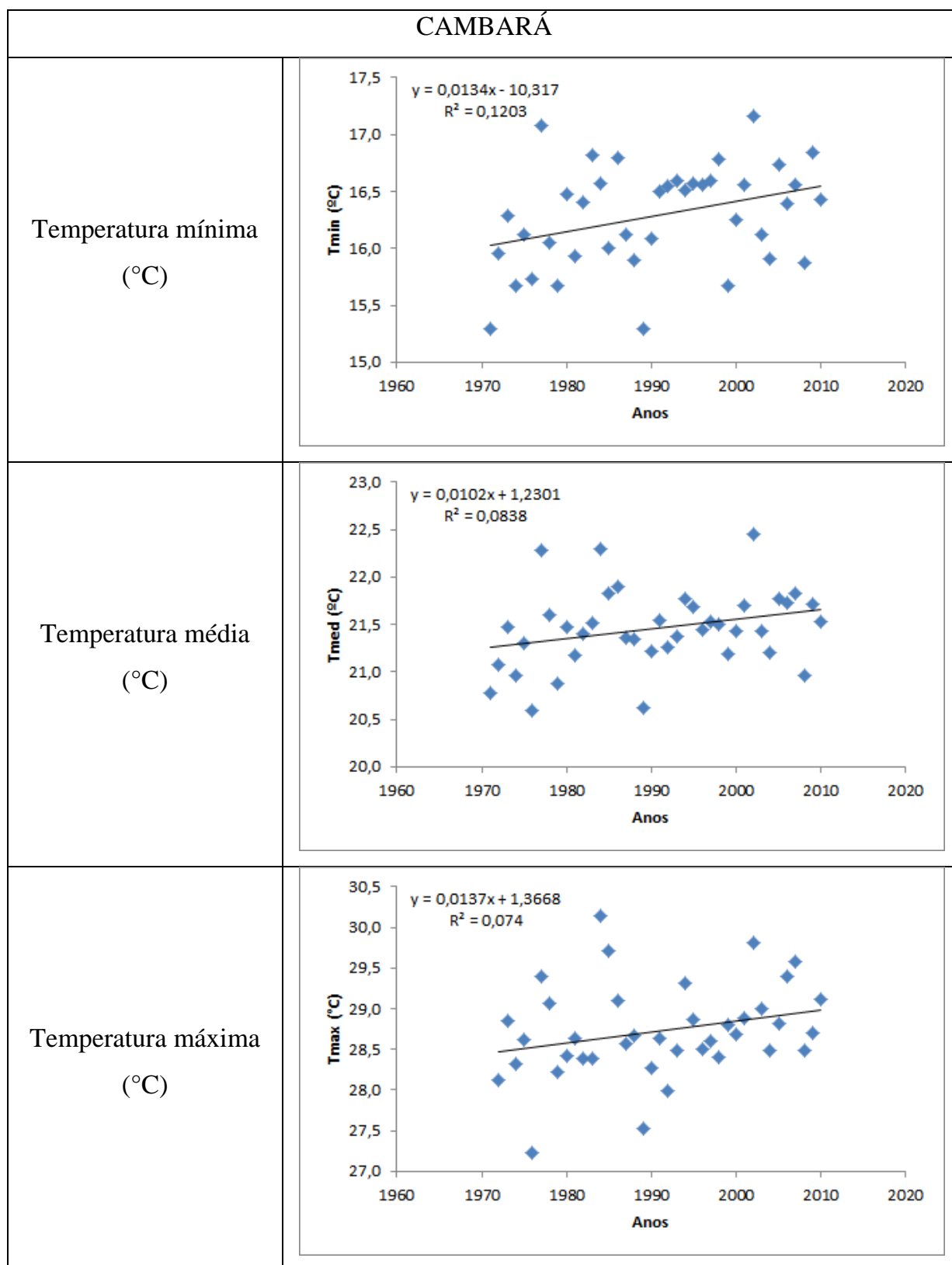


Figura 2. Tendências nas temperaturas mínima, média e máxima do ar em Cambará, PR.

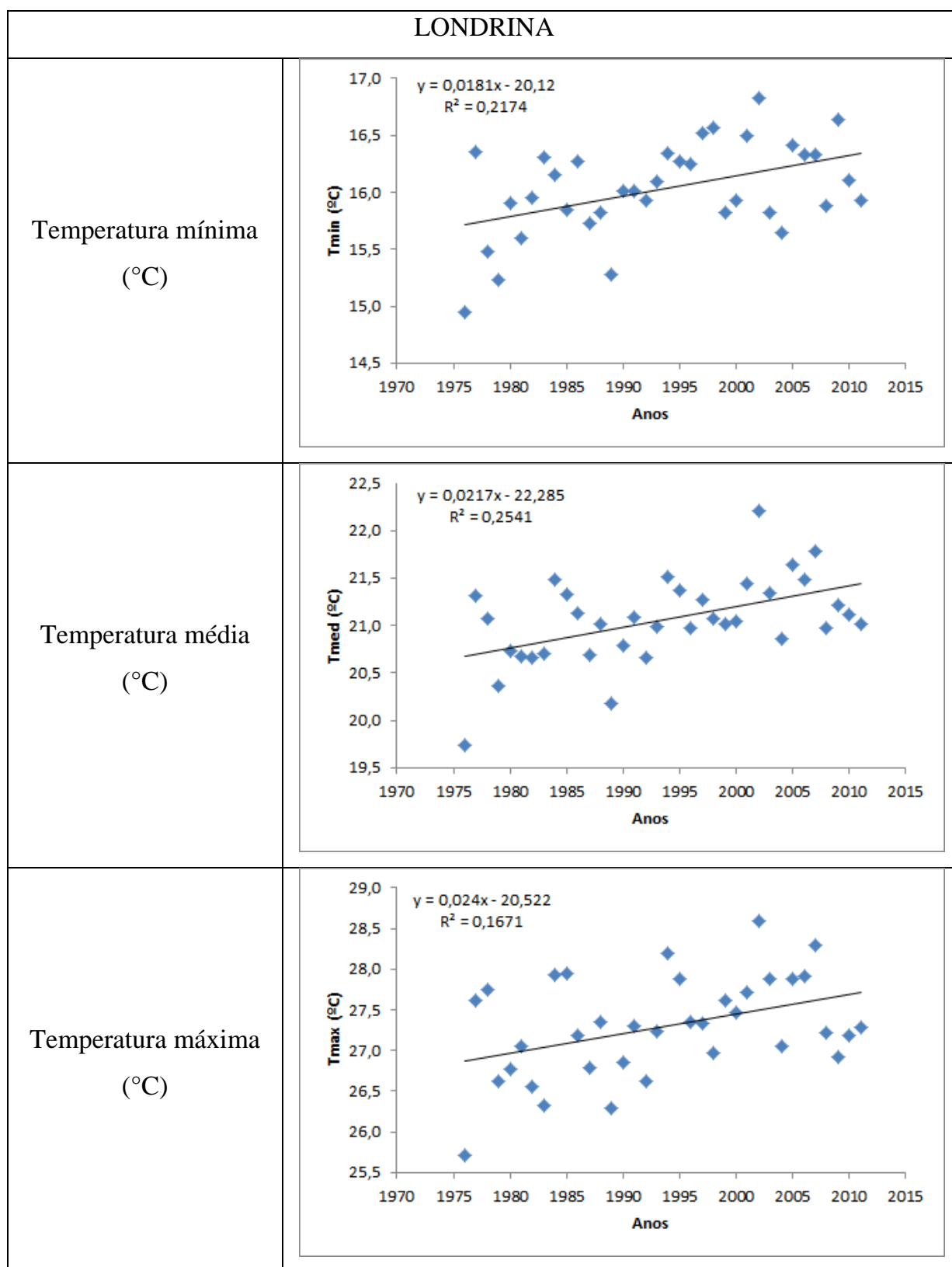


Figura 3. Tendências nas temperaturas mínima, média e máxima do ar em Londrina, PR.

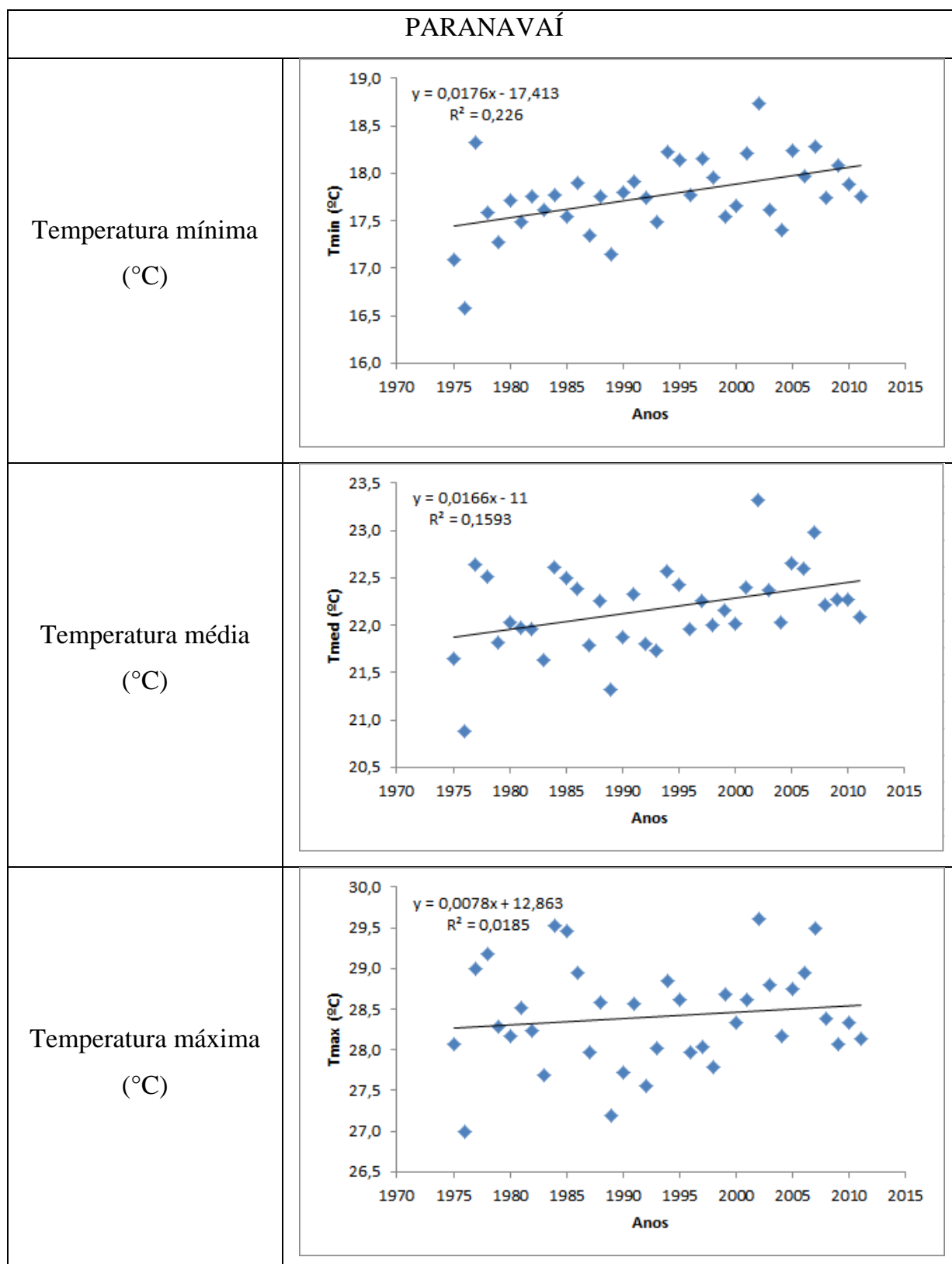


Figura 4. Tendências nas temperaturas mínima, média e máxima do ar em Paranavaí, PR.

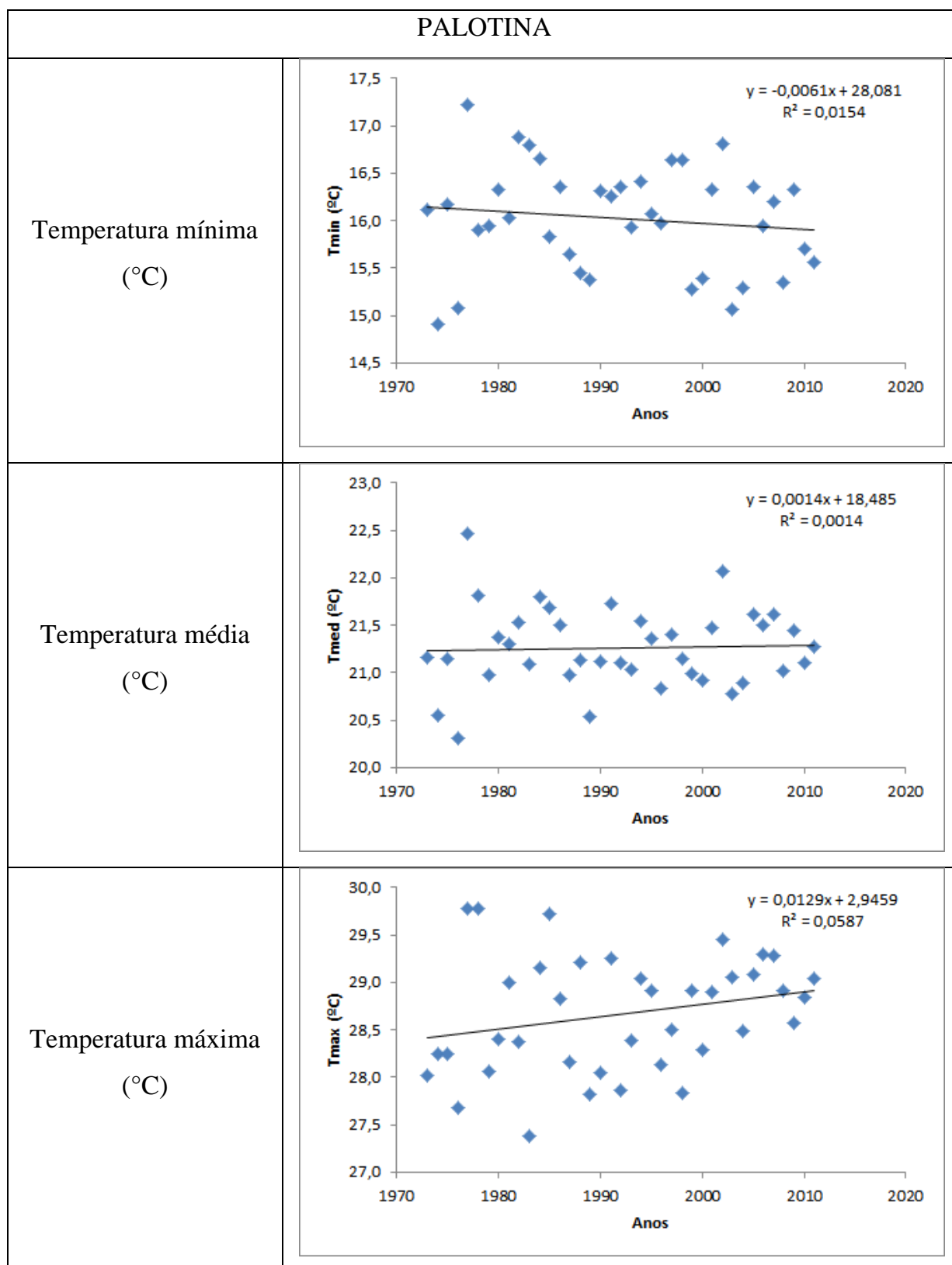


Figura 5. Tendências nas temperaturas mínima, média e máxima do ar em Palotina, PR.

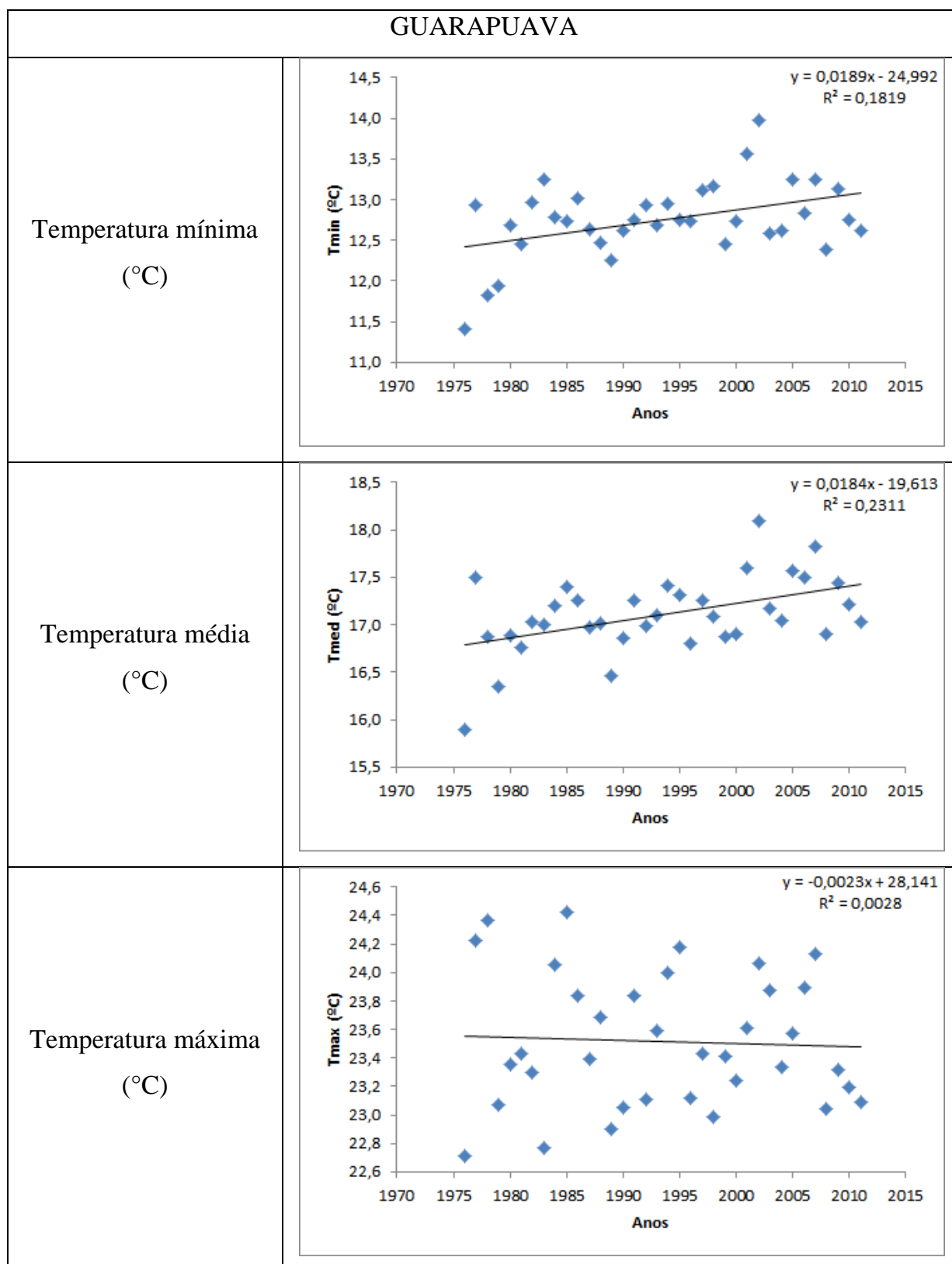


Figura 6. Tendências nas temperaturas mínima, média e máxima do ar em Guarapuava, PR.

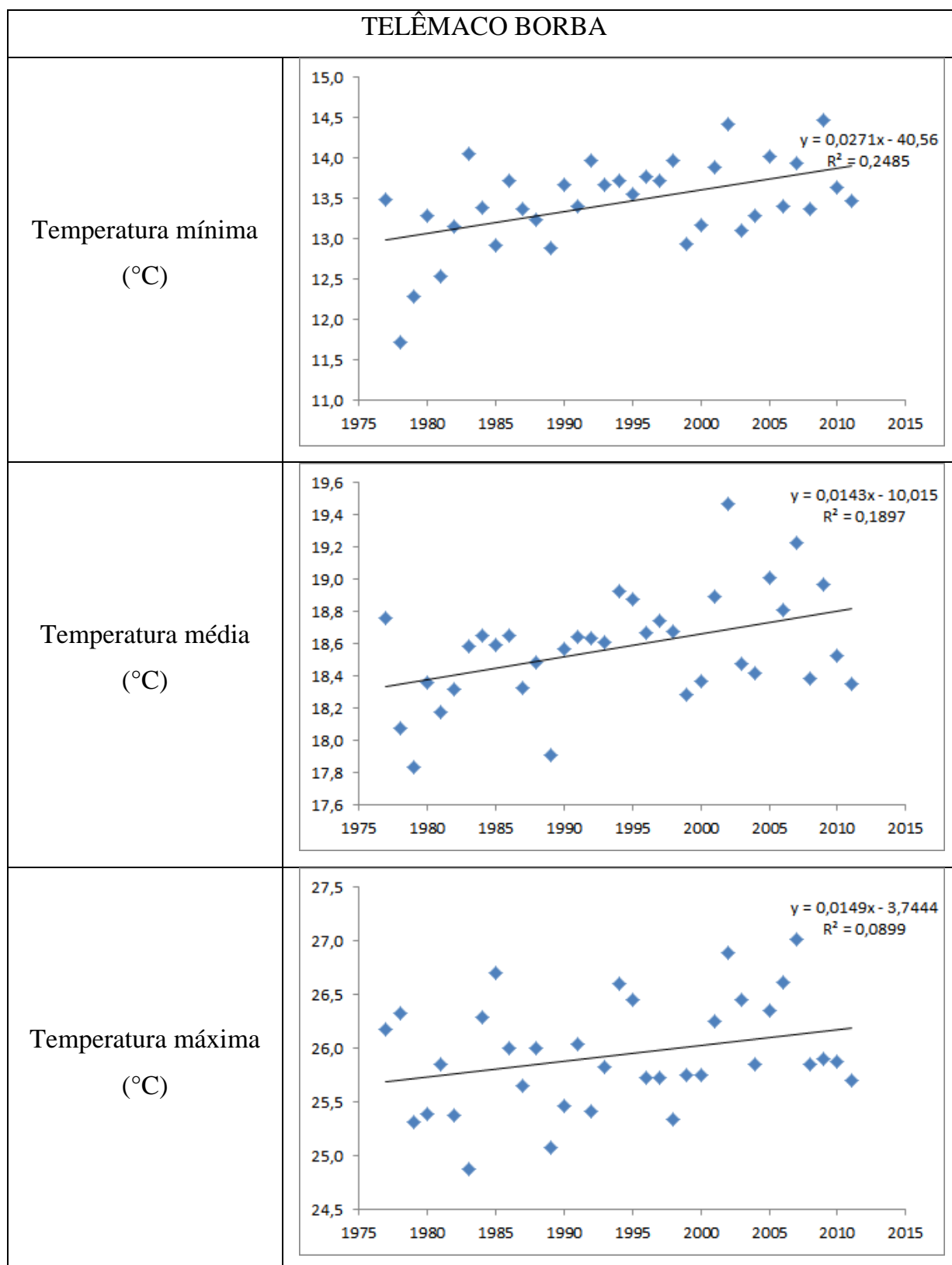


Figura 7. Tendências nas temperaturas mínima, média e máxima do ar em Telêmaco Borba, PR.

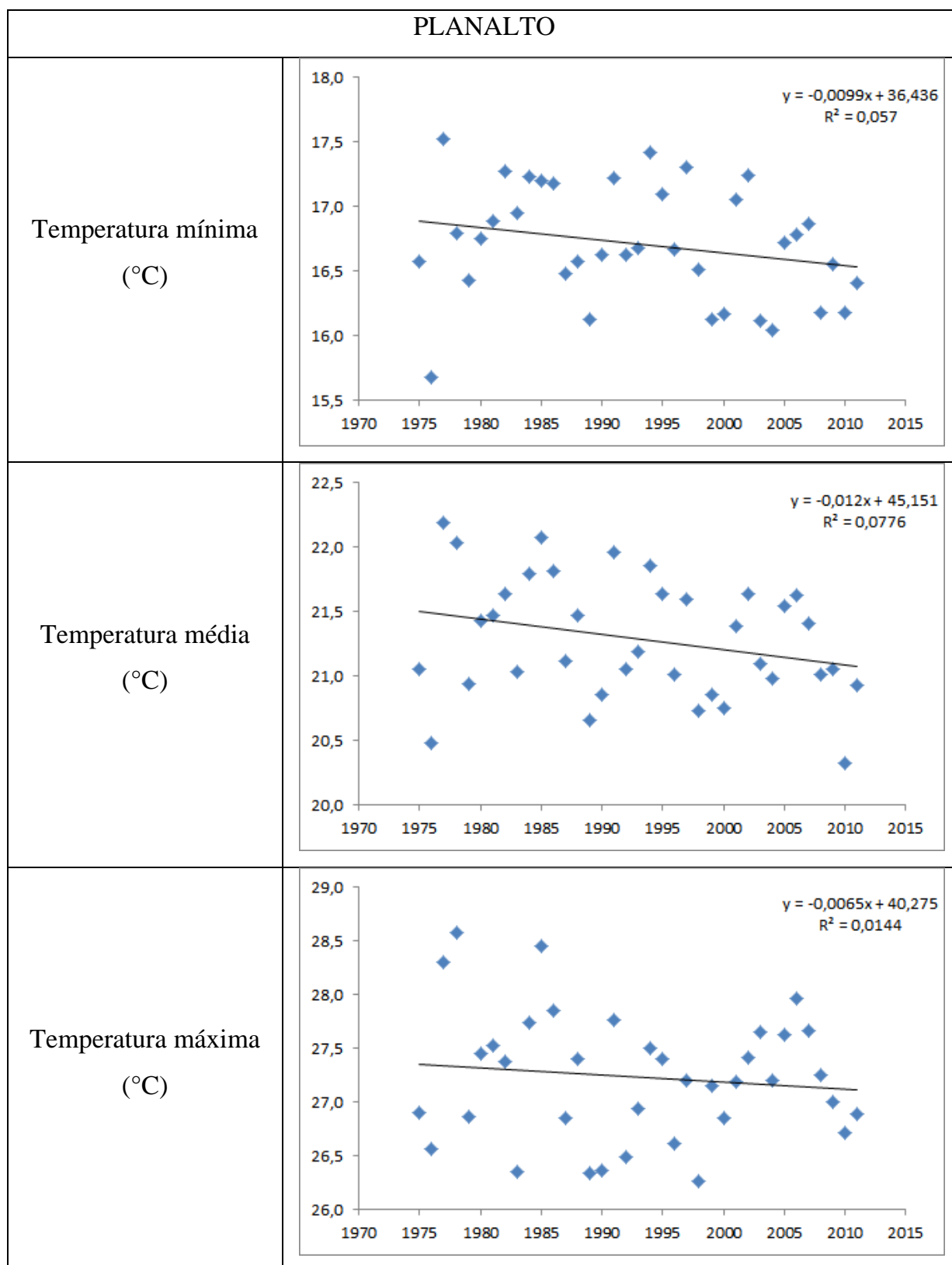


Figura 8. Tendências nas temperaturas mínima, média e máxima do ar em Planalto, PR.

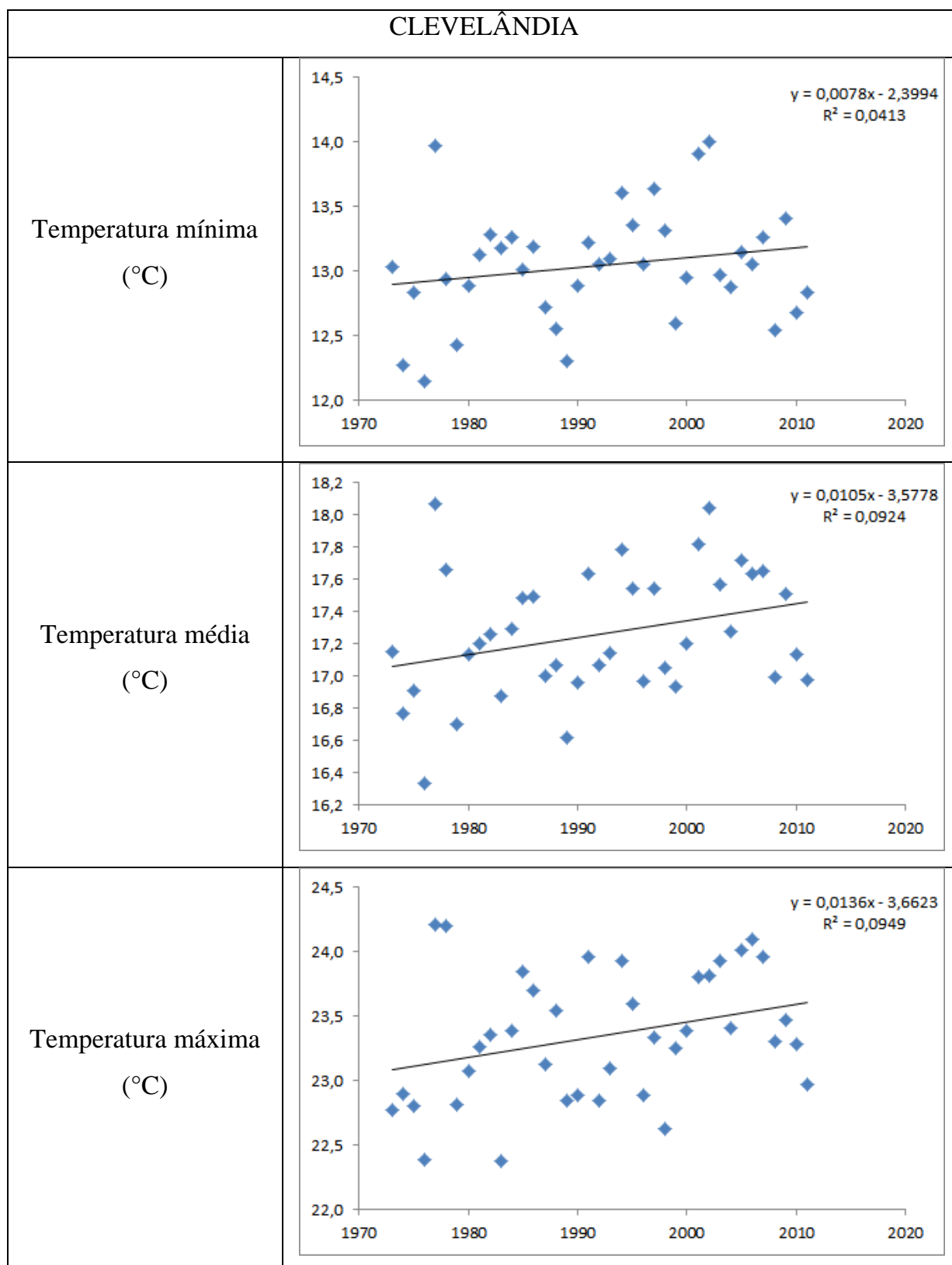


Figura 9. Tendências nas temperaturas mínima, média e máxima do ar em Clevelândia, PR.

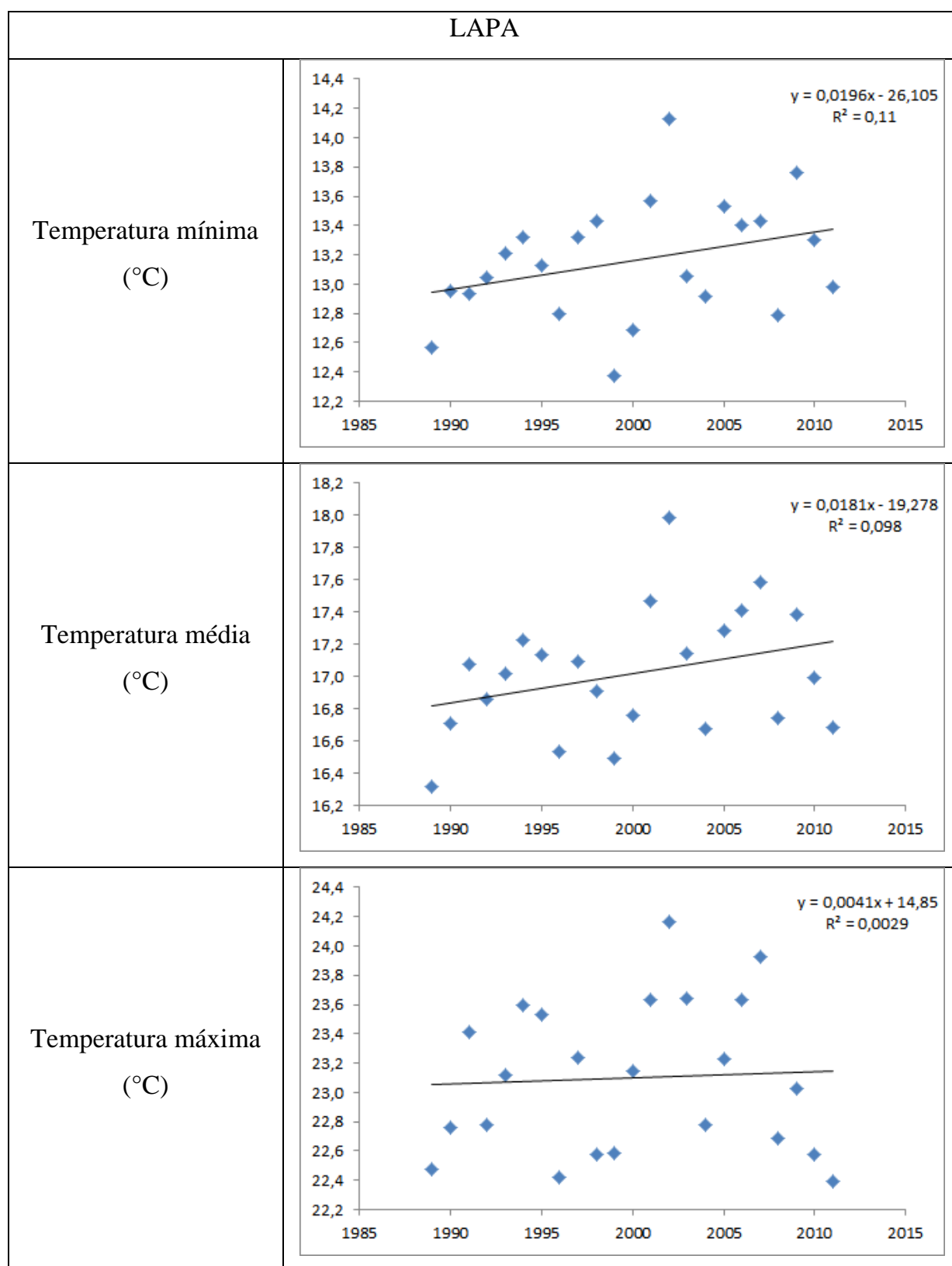


Figura 10. Tendências nas temperaturas mínima, média e máxima do ar em Lapa, PR.

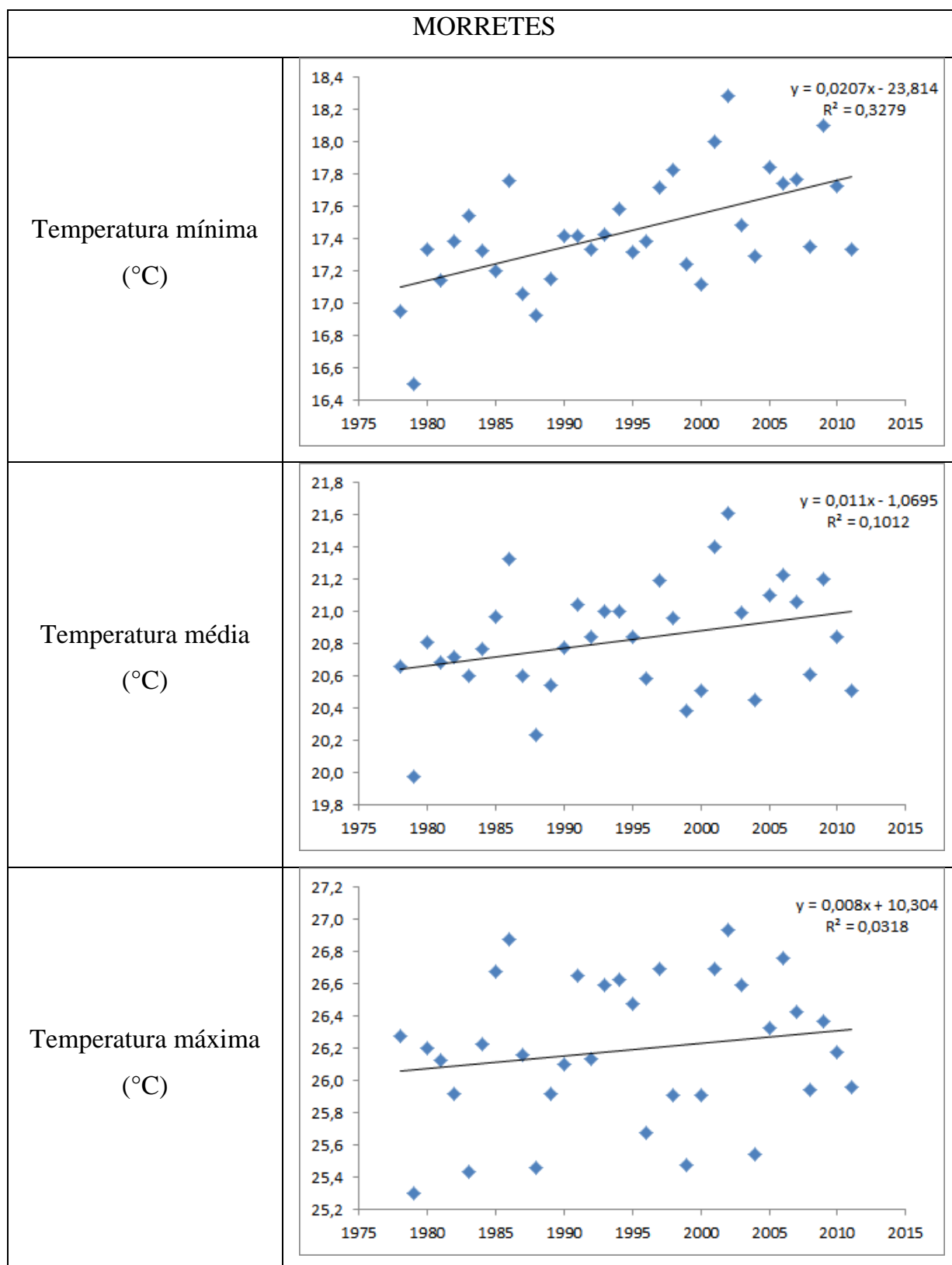


Figura 11. Tendências nas temperaturas mínima, média e máxima do ar em Morretes, PR.

3.2. Análise das temperaturas do solo

Nas Figuras 12 a 21 são apresentadas as temperaturas média e máxima do solo a 2 cm de profundidade (15:00 h) em cada estação meteorológica analisada. Em geral se observa que as diferenças nas temperaturas entre solos descoberto e coberto podem variar de 15 a 20°C. As diferenças são mais pronunciadas no Norte do Estado (Cambará, Paranaíba e Londrina) e Oeste (Palotina), onde há maior aquecimento devido à maior quantidade de radiação disponível. Nessas estações observa-se que é frequente as temperaturas máximas a 2 cm ultrapassarem 50°C, resultando em maior aquecimento e armazenamento do calor no solo durante o dia. Com o resfriamento que ocorre a partir do pôr do sol, há uma inversão dos fluxos de calor, que passam a sair do solo para a atmosfera. Assim, em regiões com maior proporção de solo descoberto, pode haver uma contribuição expressiva do calor armazenado no solo durante o dia, o qual volta para a atmosfera, impedindo o resfriamento mais intenso que normalmente ocorria em condições de vegetação cobrindo totalmente a região. Além do aquecimento, há também associado a rápida decomposição da matéria orgânica do solo, erosão da camada fértil, esterilização da fauna microbiana e assoreamento e poluição das nascentes por escoamento superficial da água. Assim, fica evidente a importância de se manter o solo coberto e buscar práticas agrícolas de menor impacto ao meio ambiente, dentro do conceito de sustentabilidade.

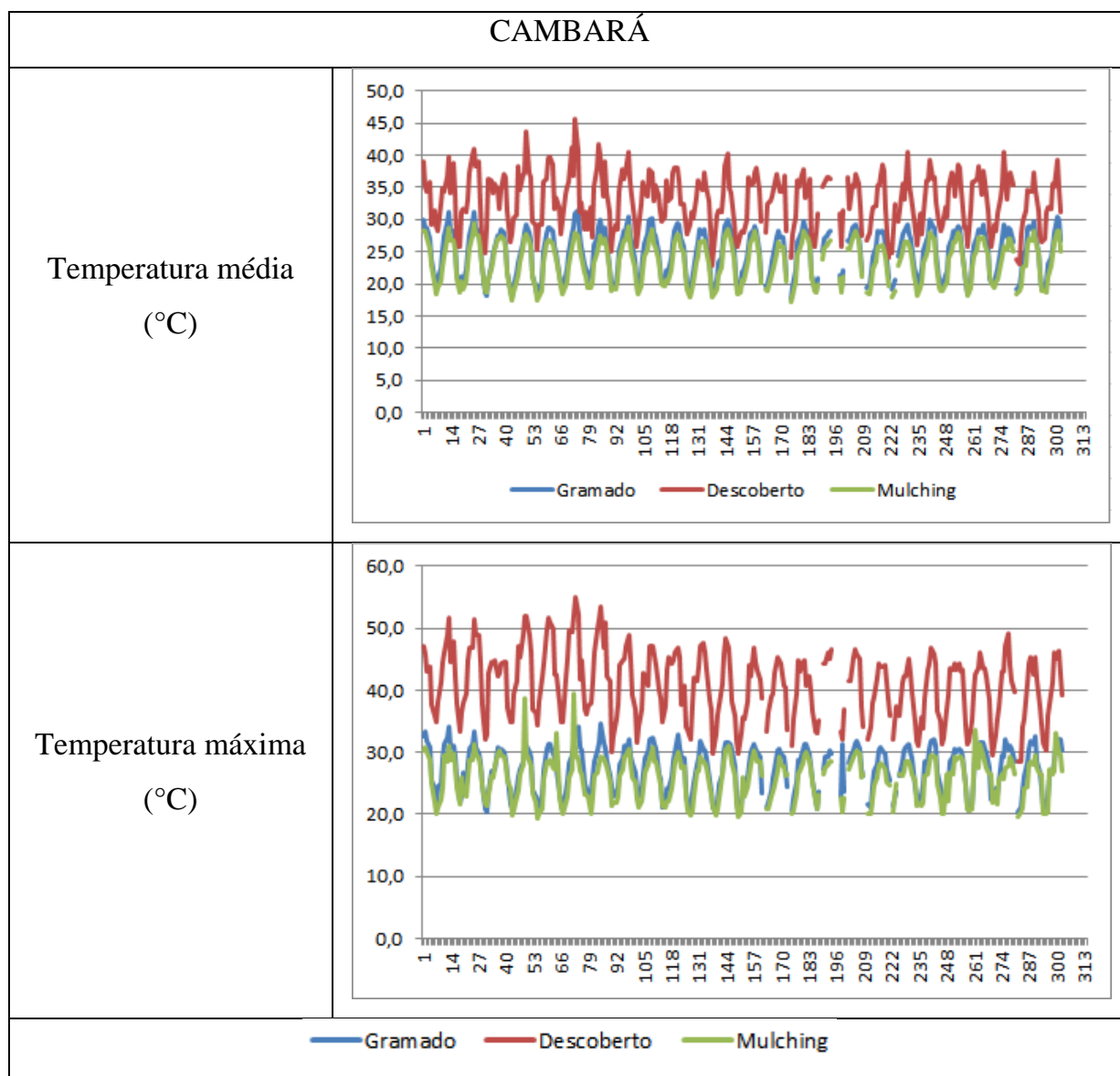


Figura 12. Temperatura (às 15:00 h) do solo gramado, descoberto e com cobertura vegetal morta (mulching), a 2 centímetros de profundidade, em Cambará - PR.

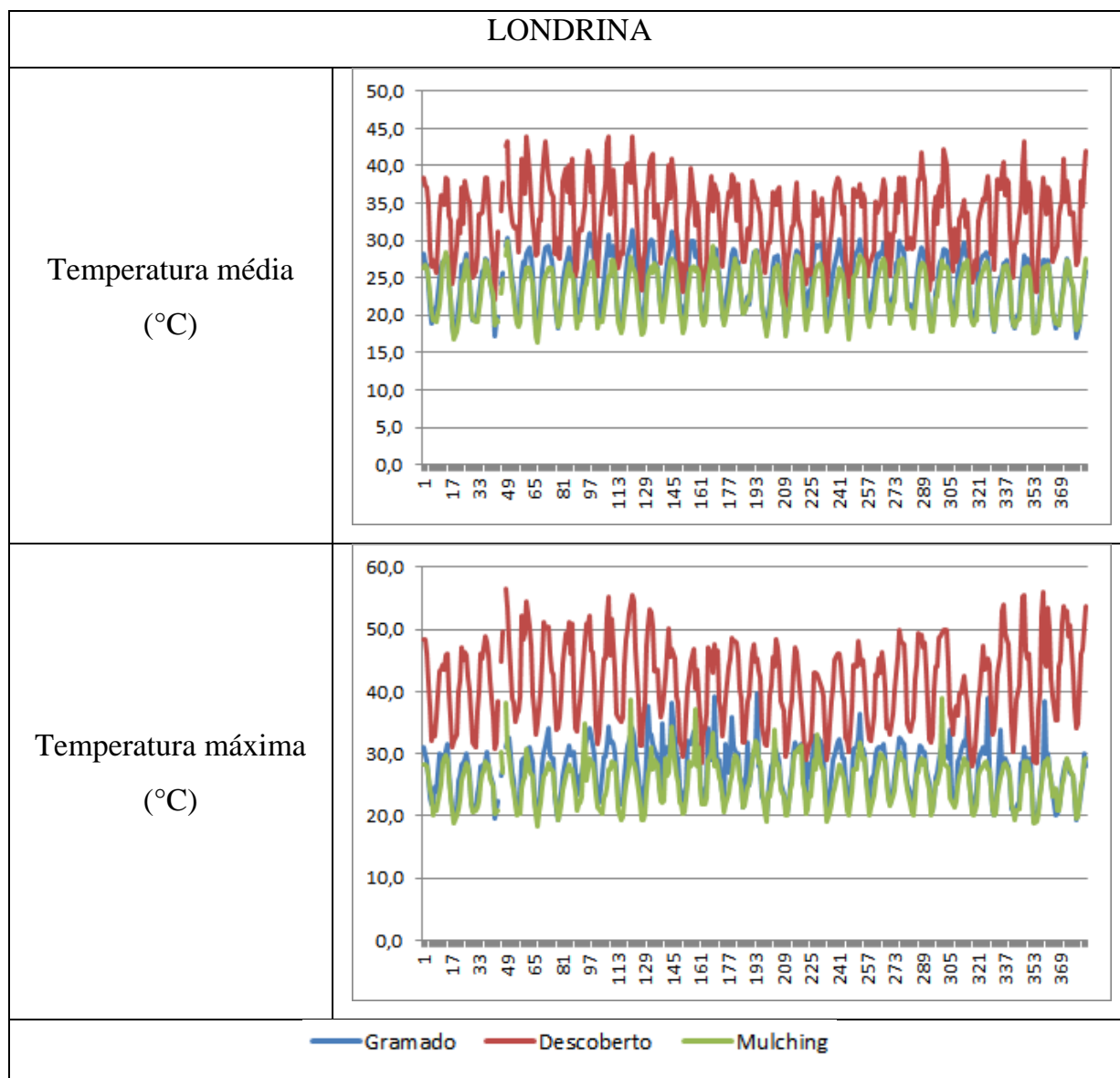


Figura 13. Temperatura (às 15:00 h) do solo gramado, descoberto e com cobertura vegetal morta (mulching), a 2 centímetros de profundidade, em Londrina - PR.

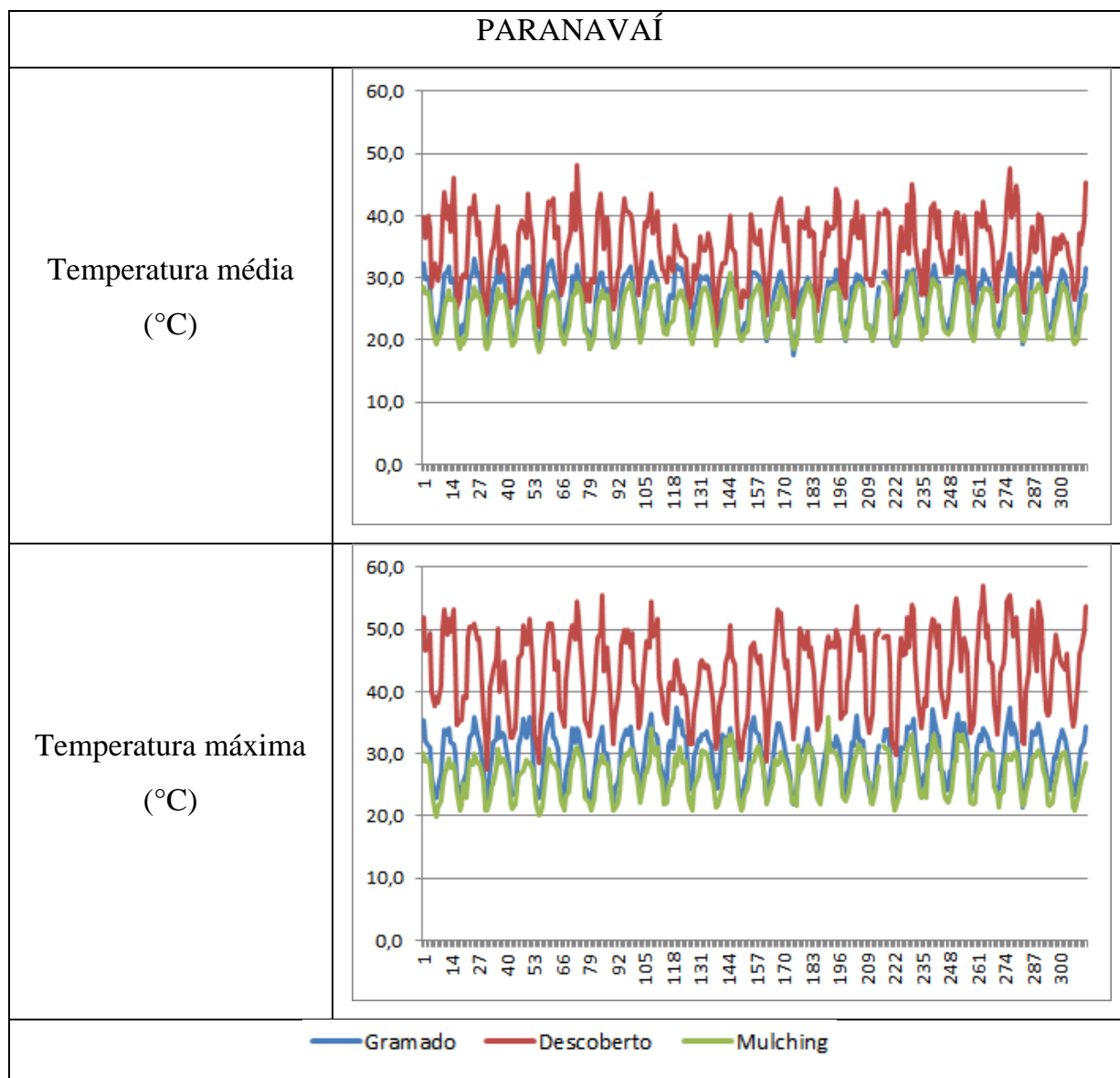


Figura 14. Temperatura (às 15:00 h) do solo gramado, descoberto e com cobertura vegetal morta (mulching), a 2 centímetros de profundidade, em Paranavaí - PR.

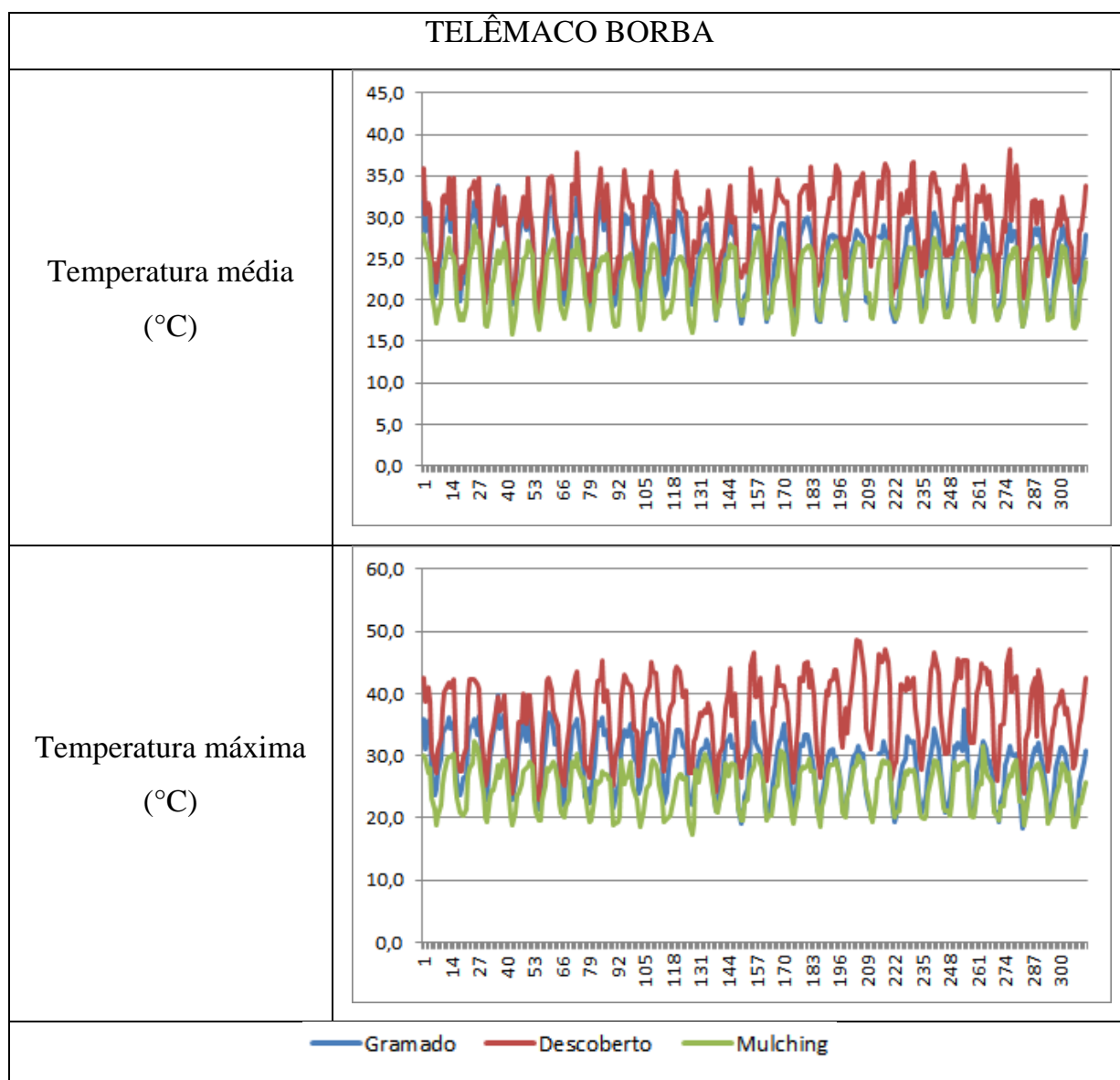


Figura 15. Temperatura (às 15:00 h) do solo gramado, descoberto e com cobertura vegetal morta (mulching), a 2 centímetros de profundidade, em Telêmaco Borba - PR.

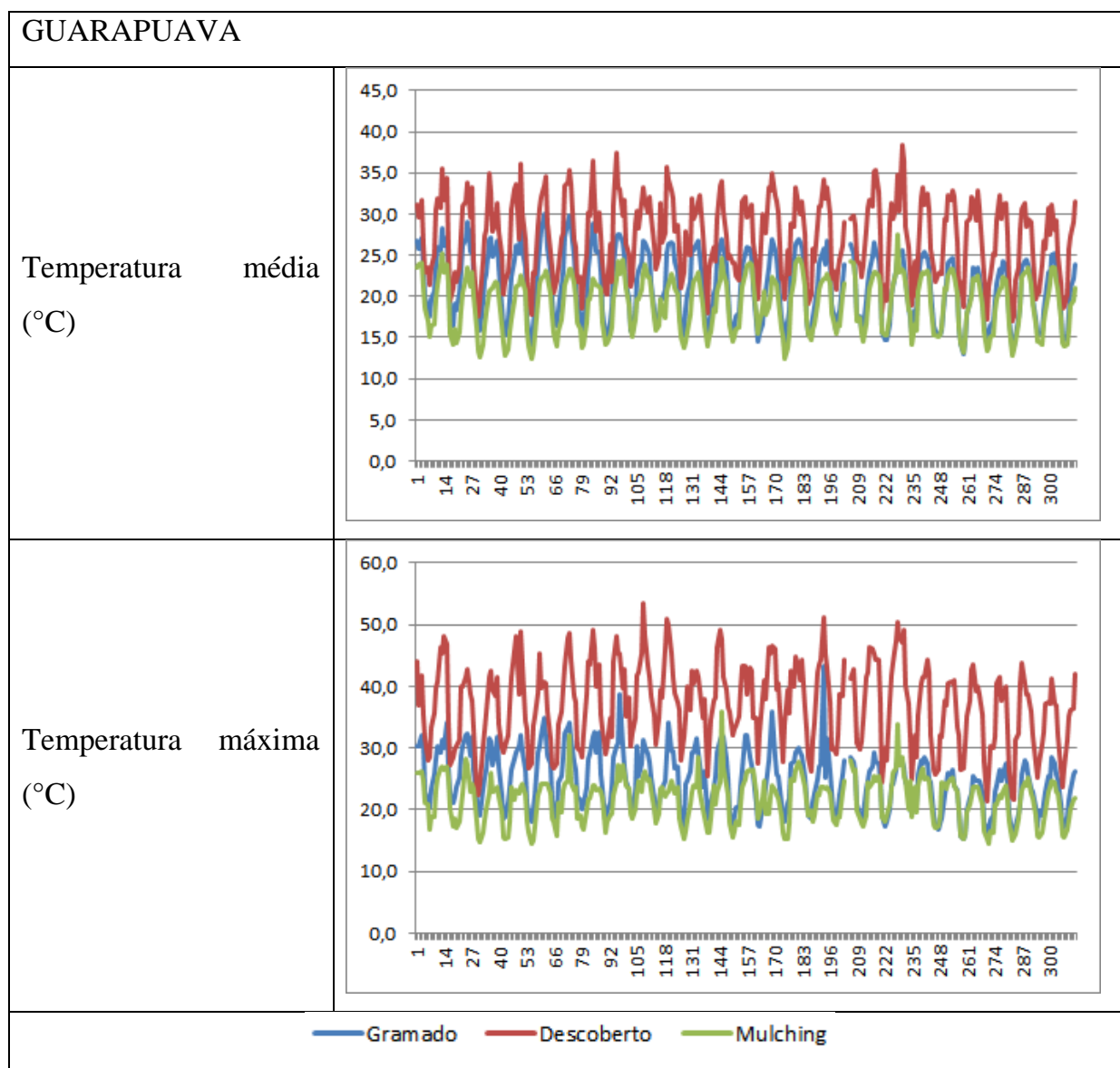


Figura 16. Temperatura (às 15:00 h) do solo gramado, descoberto e com cobertura vegetal morta (mulching), a 2 centímetros de profundidade, em Guarapuava - PR.

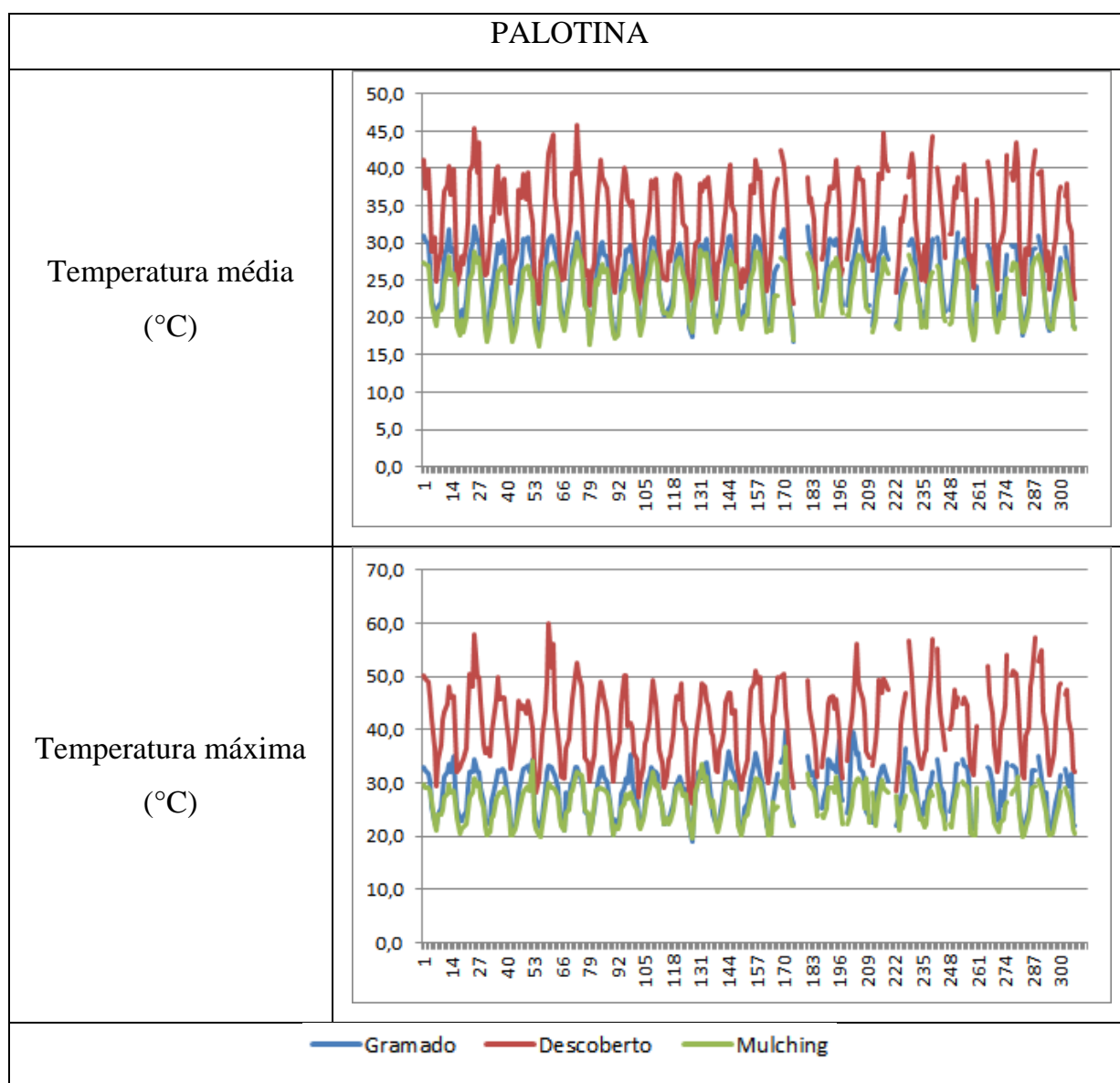


Figura 17. Temperatura (às 15:00 h) do solo gramado, descoberto e com cobertura vegetal morta (mulching), a 2 centímetros de profundidade, em Palotina - PR.

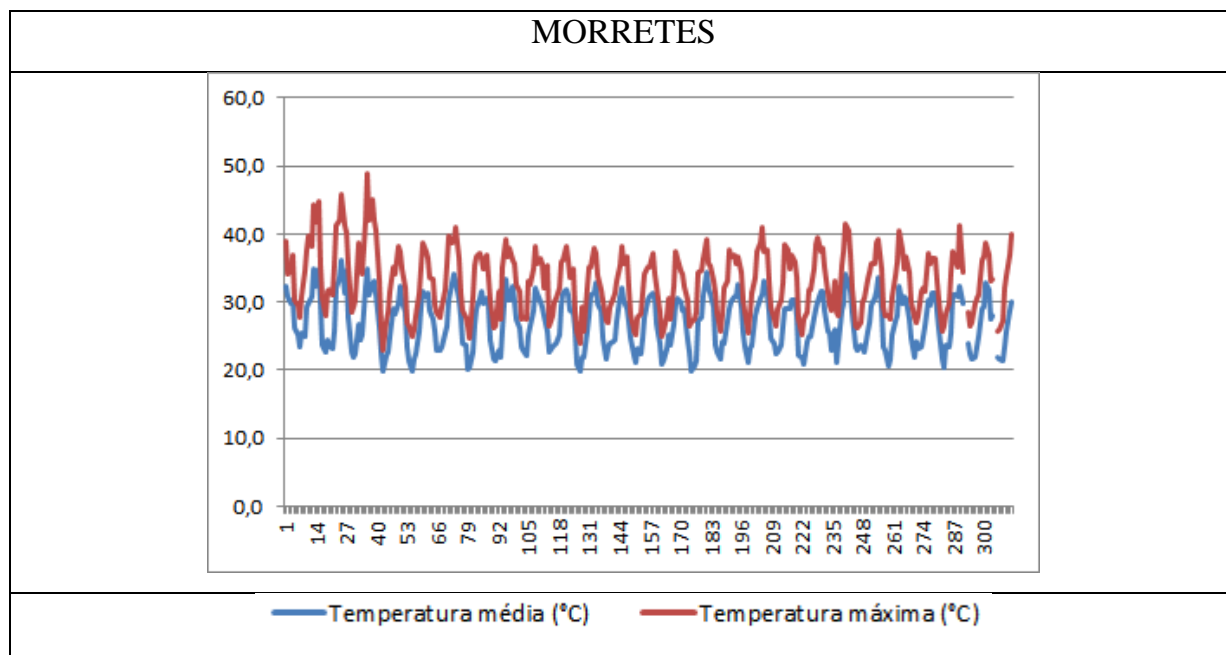


Figura 18. Temperatura (às 15:00 h) do solo descoberto, a 2 centímetros de profundidade, em Morretes - PR.

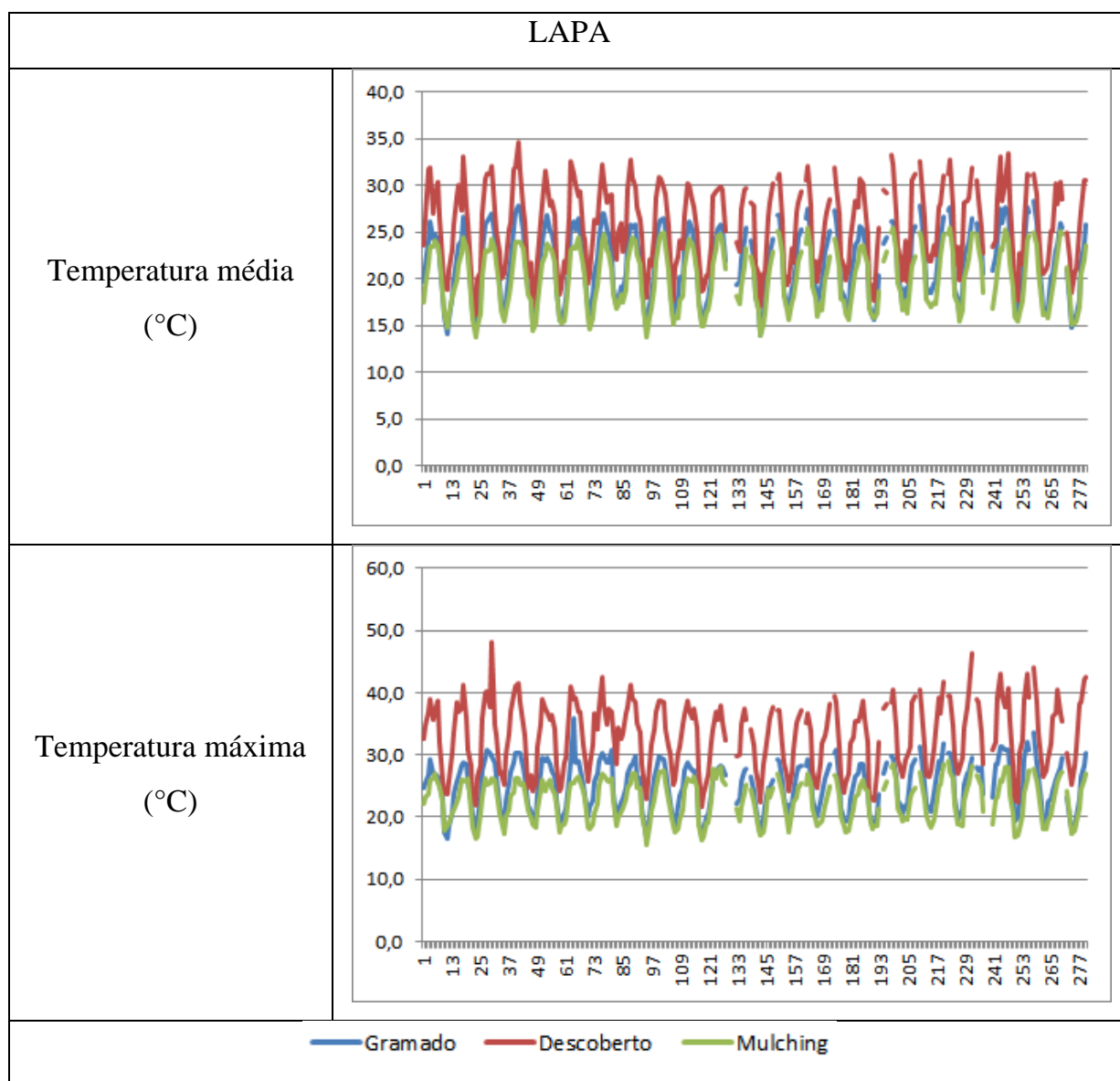


Figura 19. Temperatura (às 15:00 h) do solo gramado, descoberto e com cobertura vegetal morta (mulching), a 2 centímetros de profundidade, em Lapa - PR.

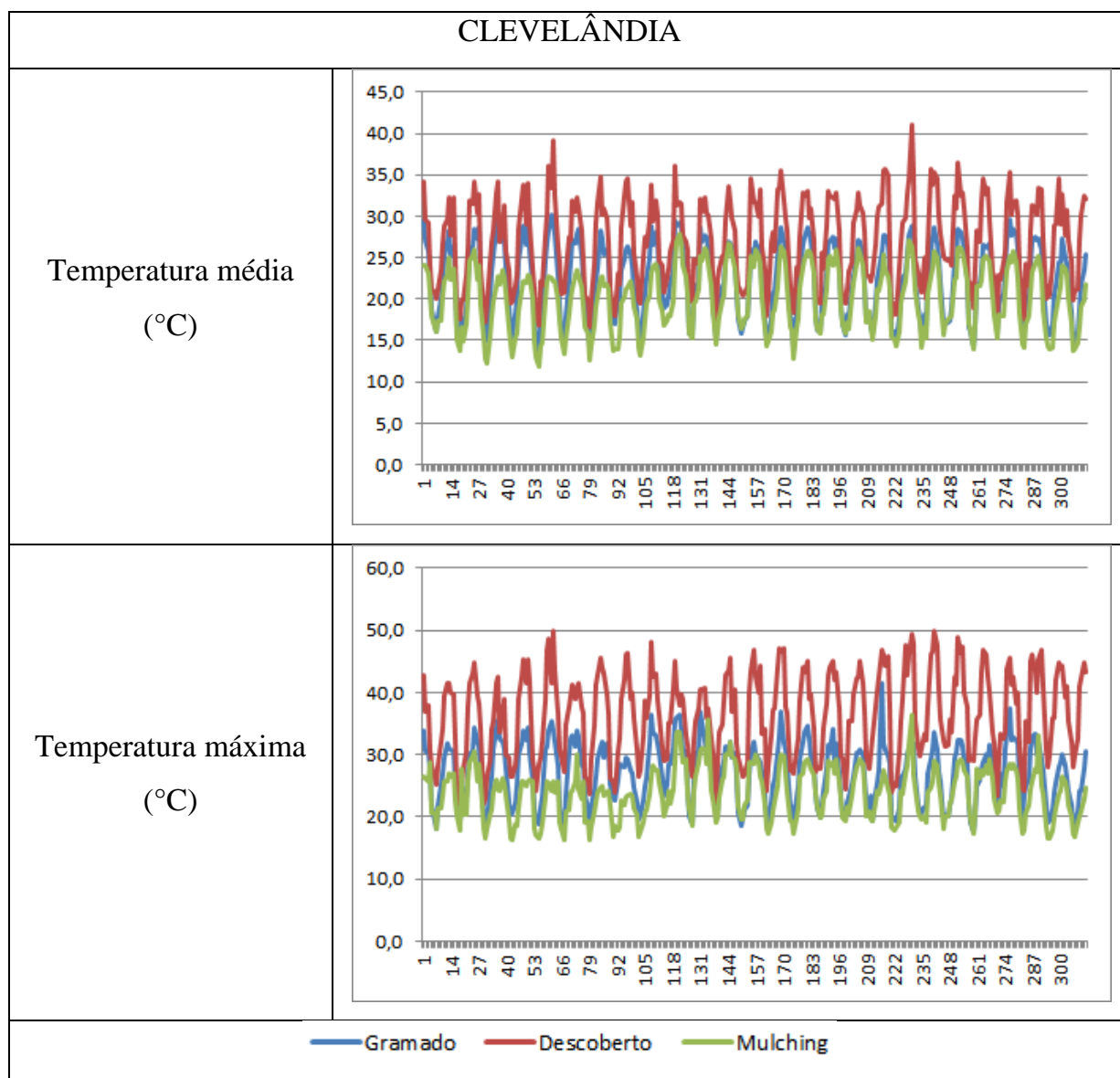


Figura 20. Temperatura (às 15:00 h) do solo gramado, descoberto e com cobertura vegetal morta (mulching), a 2 centímetros de profundidade, em Clevelândia - PR.

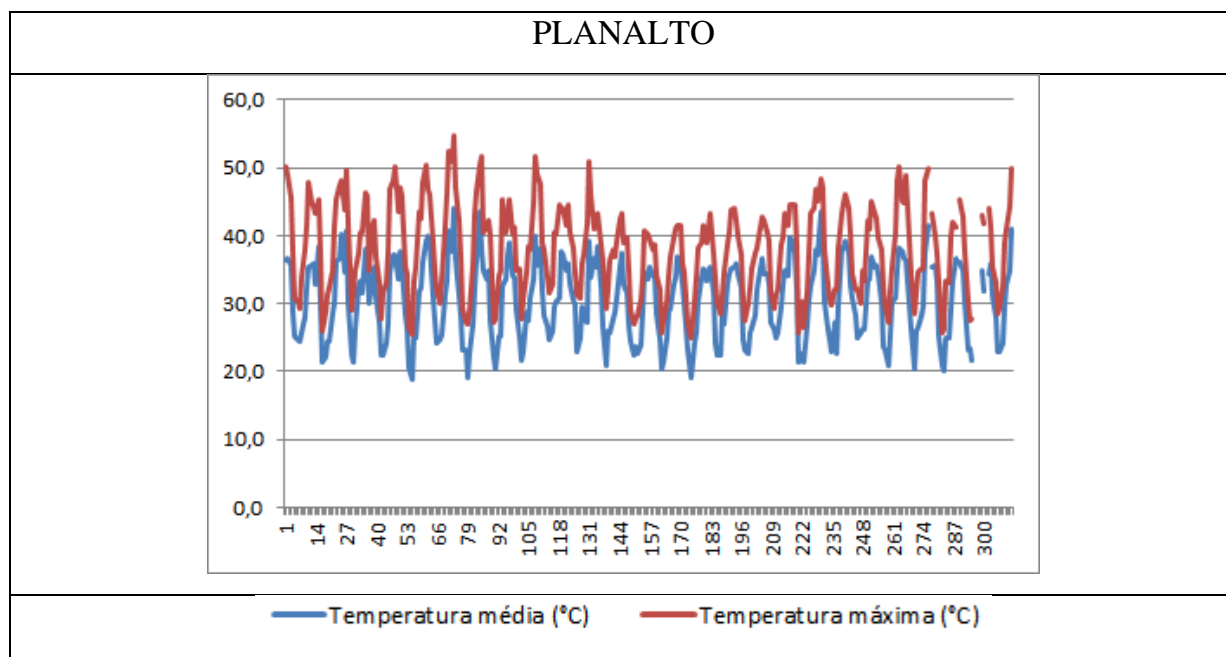


Figura 21. Temperatura (às 15:00 h) do solo descoberto, a 2 centímetros de profundidade, em Planalto - PR.

Os resultados obtidos nesse trabalho, embora preliminares devido ao tamanho relativamente pequeno das séries de dados analisados possibilitam a obtenção de algumas conclusões e recomendações importantes para os tomadores de decisões. Primeiramente fica evidente a importância da cobertura do solo para propiciar maior equilíbrio no balanço energético, evitando o aquecimento excessivo da superfície que resultará em maior calor armazenado no perfil, além de poder provocar estresses nas culturas agrícolas que são deletérios à produção. Preferencialmente o solo deve ser permanentemente vegetado, pois o processo de transpiração das plantas é o melhor mecanismo de resfriamento da superfície, podendo corresponder até a 70% da energia líquida disponível à superfície, segundo diversos estudos consagrados sobre esse tema. Além disso, as plantas têm o potencial de absorver e imobilizar o CO₂ atmosférico, armazenando-o na biomassa. Em se tratando de espécies perenes, esse processo é mais duradouro e efetivo. Uma prática que pode contribuir para minorar o problema da exposição do solo é a utilização de sistemas agroflorestais e silvopastoris, em que se

combina o plantio de culturas agrícolas e pastagens com espécies perenes lenhosas, que propiciam cobertura permanente do solo e sequestram o carbono da atmosfera.

4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nesse trabalho indicam que há evidências de alterações nas temperaturas do ar em diversas estações meteorológicas do IAPAR. O aumento da temperatura média verificado nesses locais é decorrente do aumento das temperaturas mínimas do ar. Em geral não se observa alterações nas temperaturas máximas. A mudança da cobertura do solo, com consequente aumento no calor armazenado durante o dia, o qual retorna para o ar durante a noite, pode ser um fator determinante nesse comportamento. Não se pode descartar também o efeito associado do aumento de gases na atmosfera, que podem estar contribuindo para aumentar o efeito estufa. As temperaturas do solo exposto atingem valores extremos durante o dia, resultando em maior armazenamento de calor, que também pode estar contribuindo para a amenização das mínimas noturnas.

Com base nos resultados obtidos nesse trabalho, recomendam-se as seguintes ações:

1. Estímulo ao uso de práticas que mantenham os solos cobertos o ano todo, para evitar os problemas de super aquecimento da superfície;
2. Privilegiar a adoção de sistemas agroflorestais e silvipastoris, visando reestabelecer a condição mais próxima ao ambiente de floresta;
3. Prover recursos para a manutenção das estações meteorológicas, visando a preservação de acervos de dados históricos para dar continuidade a estudos e projetos futuros na área de mudanças climáticas;
4. Incentivar pesquisas voltadas para a mitigação dos efeitos do aquecimento global, como variedades de plantas mais rústicas e tolerantes ao calor e a pragas e doenças que poderão se tornar de difícil controle em ambientes aquecidos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNOUX, M. et al. Gases do efeito estufa e estoques de carbono nos solos: Inventário do Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 235-246, jan/abr. 2005.

BLAIN, G.C; PICOLI, M.C.A.; LULU, J. Análise estatística das tendências de elevação nas séries anuais de temperatura mínima do ar no Estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 68, n.3, p.807-815, 2009.

BLANKEN, P.D.; BLACK, T.A.; YANG, P.C.; NEUMANN, H.H.; NESIC, Z.; STAEBLER, R.; DEN HARTOG, G.; NOVAK, M.D.; LEE, X. Energy balance and canopy conductance of a boreal aspen forest: partitioning overstory and understory components. **Journal of Geophysical Research**, v.02, n.24, p.28915-28927, 1997.

BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima – Brasília. Ministério da Ciência e Tecnologia, 2004. 274p.

CAMPOS, C. G. C.; BRAGA, H. J.; ALVES, R. Mudanças climáticas atuais e seus impactos no Estado de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v.19, n.3, p. 31-35, 2006.

CERRI, C.C.; BERNOUX, M.; CARVALHO, M.C.S.; VOLKOFF, B. **Emissões e Remoções de Dióxido de Carbono pelos Solos e por Mudanças de Uso da Terra e Calagem**. Relatório de Referência, Ministério da Ciência e Tecnologia. 2002.

CORREIA, J. L.; STEINKE, R. Colonização do norte do Paraná (1925 – 1960): Apontamentos acerca de seu estudo e da produção de um material didático. SEED –

UEM. Disponível em:
<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2424-8.pdf>. Acesso em: 28 julho 2012.

COSTA, A. B. F.; RICCE, W. S.; CARAMORI, P. H.; BORROZZINO, E. Variação da temperatura máxima do solo em função da cobertura em Londrina - PR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15, 2007, Aracaju, SE. **Resumos...** Aracaju: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1999.

FARIA, J. A. **Levantamento de dados para avaliação das emissões de gases de efeito estufa devido às mudanças nos estoques de florestas**. Belo Horizonte: ABRACAVE. 1997.

GONÇALVES, R.R.V; ASSAD, E.D. Análise de tendências de temperatura mínima do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 16, 2009, Belo Horizonte, MG. **Resumos...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2009.

HOUGHTON, R.A.; SKOLE, D.L.; NOBRE, C.A.; HACKLER, J.L.; LAWRENCE, K.T.; CHOMENTOWSKI, W.H. Annual fluxes of carbon from deforestation and regrowth in the Brazilian Amazon. **Nature**, n.403, p.301-304, 2000.

IAPAR. **Médias Históricas em Estações do IAPAR**. Disponível em:
http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias_Historicas/Londrina.htm. Acesso em 25/02/2012.

IPCC 2007. **Climate Change 2007, the Fourth Assessment Report.** Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007.

MOURA, R.; **PARANÁ: Meio século de urbanização.** R. RAÍE GA, Curitiba, Editora UFPR, n. 8, p. 33-44, 2004.

REVISTA CAFEICULTURA. **A ocupação do Norte do Estado.** Disponível em <http://www.revistacafeicultura.com.br/index.php?tipo=ler&mat=30984>. Acesso em 10/07/2012.

RICCE, W. da S., CARAMORI, P. H., MORAIS, H., SILVA, D. A. B., Ataíde, L. T. Análise de tendências de mudanças na temperatura e precipitação em Londrina, Estado do Paraná In: In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 16, 2009, Belo Horizonte, MG. **Resumos...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2009.

SCHAFFRATH, V. R.; TORMENA, C. A.; FIDALSKI, J.; GONÇALVES, A. C. A. Variabilidade e correlação espacial de propriedades físicas de solo sob plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.4, p.1369-1377, 2008.

SOUZA, W. M.; AZEVEDO, P. V. Avaliação de tendências das temperaturas em Recife-PE: mudanças climáticas ou variabilidade? **Engenharia Ambiental**, v. 6, n. 3, p. 462-472, 2009.

SWAIN, T. N.; **FRONTEIRAS DO PARANÁ: da colonização à migração.**; Universidade de Brasília – UnB. Brasília, DF. Disponível em: http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/b_fdi_03_01/37774.pdf. Acesso em 10/07/2012.